

Suscetibilidade de Cultivares de Milho à Lagarta-do-Cartucho *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

Adenir Vieira Teodoro¹

Shênia Santos Silva²

Hélio Wilson Lemos de Carvalho³

Sérgio de Oliveira Procópio⁴

Jéssica Fontes Vasconcelos⁵

Maria Clezia dos Santos⁶

Foto: Adenir Vieira Teodoro



Lagarta-do-cartucho

A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada uma praga-chave da cultura do milho em praticamente todas as áreas produtoras do País (MOREIRA; ARAGÃO, 2009; CRUZ et al., 2010; TEODORO et al., 2013). Os adultos são mariposas de hábito noturno (Figura 1), mas podem ser encontradas durante o dia sob a folhagem, próximas ao solo ou entre as folhas do cartucho do milho (MOREIRA; ARAGÃO, 2009). As mariposas ovipositam nas plantas de milho e as lagartas, recém-eclodidas, raspam as folhas deixando uma membrana translúcida (CRUZ et al., 2008). Posteriormente, as lagartas abrigam-se no cartucho da planta, onde se alimentam das folhas novas e da parte apical do colmo, causando danos severos (GALLO et al., 2002; CRUZ et al., 2008). As lagartas podem, ainda, cortar as plantas novas rente ao solo (GALLO et al., 2002; CRUZ et al., 2010), ou alimentar-se dos pendões e das espigas de milho (MOREIRA; ARAGÃO, 2009).



Foto: Shênia Santos Silva

Figura 1. Adulto da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda*.

A coloração das lagartas varia de verde-clara a pardo-escuro, esverdeada ou preta, a depender da alimentação. As lagartas apresentam pelos pretos, com tubérculos escuros em sua base, três linhas longitudinais de cor clara na região dorsal, e uma faixa mais escura na região lateral do corpo (GALLO et al., 2002; MOREIRA; ARAGÃO, 2009). A cabeça é de coloração escura com uma sutura em formato de Y invertido de cor clara (Figura 2) (MOREIRA; ARAGÃO, 2009).

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

²Bióloga, doutora em Produção Vegetal, bolsista de pós-doutorado da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

³Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

⁴Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

⁵Graduanda de Agronomia, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE

⁶Graduanda de Agronomia, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE



Figura 2. Lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* em folha de milho.

Bacillus thuringiensis

A bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt) causa doenças em insetos e vem sendo utilizada como bioinseticida em diversos países, sem causar problemas aos produtores, aos consumidores ou ao ambiente (MENDES et al., 2008). Essa bactéria sintetiza proteínas durante a fase de esporulação, as quais se acumulam na periferia dos esporos, na forma de cristais (LERECLUS, 1988; HÖFTE; WHITELEY, 1989; PEFERÖEN, 1997). Os cristais são compostos por uma ou várias proteínas Cry, também chamadas de δ -endotoxinas. Tais proteínas são altamente tóxicas e específicas a alguns grupos de insetos (HERRERO et al., 2001; SIEGEL, 2001).

No trato digestivo das larvas de insetos suscetíveis, as δ -endotoxinas são convertidas em polipeptídeos menores que se ligam a receptores específicos nas células da parede intestinal, formando poros nas membranas e causando a ruptura das células (FIUZA et al., 1996; SCHNEPF et al., 1998; MENDES et al., 2008). O processo desencadeado no inseto inicia-se pela inibição da ingestão e da absorção dos alimentos, diminuição do peso da lagarta, diminuição do peso da pupa e com a evolução dos sintomas, provoca a morte do inseto (MENDES et al., 2008).

Milho Bt

Genes de Bt codificadores de proteínas Cry foram isolados e introduzidos em plantas agronomicamente importantes por meio de transformação genética (BOBROWSKI et al., 2003). O milho Bt consiste em uma planta geneticamente modificada, na qual é inserido um ou mais genes da bactéria *B.*

thuringiensis. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) autorizou o cultivo comercial de milho geneticamente modificado com o gene Bt no Brasil em 2008 e 2009. A partir de então, a utilização de híbridos de milho Bt vem aumentando no Brasil, auxiliando no manejo integrado da lagarta-do-cartucho, bem como de outras lagartas.

A toxina do milho Bt necessita de um pH alcalino para se tornar ativa, portanto somente ao entrar em contato com o intestino de algumas larvas de insetos tornam-se tóxicas. Devido à necessidade de alcalinidade a toxina do milho Bt é específica a larvas de insetos de algumas ordens como Lepidoptera, Diptera e em menor proporção, Coleoptera (MENDES et al., 2008), não sendo tóxica para a maioria dos outros organismos incluindo mamíferos e insetos benéficos (HERRERO et al., 2001; SIEGEL, 2001).

Inicialmente, foram liberados para produção e comercialização híbridos de milho Bt com eventos contendo a proteína Cry 1A(b). Recentemente, aumentou-se o conjunto de genes disponíveis para serem utilizados como fonte de resistência e, atualmente são oferecidos outros eventos no mercado. Por exemplo, para a safra de 2013/2014, 178 cultivares de milho Bt resistentes a insetos da ordem Lepidoptera foram disponibilizados, sendo 70 cultivares com o evento VT PRO® (toxina Cry1A105 + Cry2Ab2), 58 cultivares com o evento Herculex I® (toxina Cry1F), 28 cultivares com o evento YieldGard® (toxina Cry 1Ab), sete cultivares com o evento Agrisure TL® (toxina Cry1Ab), 8 cultivares com o evento TL Viptera® (toxina VIP3Aa20), sete cultivares com o evento Optimum® Intrasect® (Herculex I® estaqueado com o YieldGard®; toxina Cry1Ab + Cry1F) (CRUZ et al., 2012; CRUZ et al. 2014).

A atividade de cada toxina é diferenciada dentro do mesmo grupo de insetos e, a depender dos eventos adicionados ao milho, os efeitos deletérios podem ocorrer concomitantemente ou não (MENDES et al., 2008). Também pode haver respostas diferenciadas nos insetos provenientes da inserção de um mesmo evento em híbridos diferentes, demonstrando a interação entre o evento introgridido e o híbrido (WAQUIL et al., 2002; MENDES; WAQUIL, 2009).

Como benefício direto pelo uso do milho Bt, observa-se a mortalidade das lagartas, e como benefício indireto, o comprometimento do desenvolvimento, deixando-as expostas aos fatores

de mortalidade, como a ação de inimigos naturais (MENDES; WAQUIL, 2009), importantes aliados no controle biológico dessas pragas. Como benefícios aos produtores agrícolas podem ser citados a redução no uso de inseticidas e na quantidade de pulverizações e, conseqüentemente, o menor efeito supressor aos inimigos naturais (MENDES et al., 2008), proteção das partes da planta difíceis de serem pulverizadas com aplicações de agrotóxicos e, por fim, a produtividade da cultura pode aumentar e resultar em menor custo de produção.

Suscetibilidade de cultivares à lagarta-do-cartucho

Para avaliar a suscetibilidade de cultivares convencionais e Bt à lagarta-do-cartucho, sob

condições de infestação natural, foram conduzidos dois experimentos no Campo Experimental da Embrapa Tabuleiros Costeiros, localizado no Município de Frei Paulo, SE, (10° 32' 56" S, 37° 32' 02" O, 277 metros de altitude). As cultivares convencionais e com proteínas Bt (Tabela 1) foram semeadas no dia 03 de julho de 2013. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com trinta e oito cultivares (tratamentos) e quatro repetições no primeiro experimento e cinquenta e duas cultivares e quatro repetições no segundo (Tabela 1). Em cada experimento, foram utilizadas Anovas para medidas repetidas, com exclusão de variância explicada pelo tempo, para avaliar o nível de dano da lagarta-do-cartucho nas diferentes cultivares. As médias foram separadas pelo teste de Fisher ($P < 0,05$).

Tabela 1. Caracterização das cultivares de milho utilizados em dois experimentos de suscetibilidade à lagarta-do-cartucho. Frei Paulo, SE, 2013.

Cultivares	T/C*	Tipo**	Proteína (s)	Empresas***
Primeiro experimento				
DKB 177 PRO	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2	DEKALB
AS 1580 PRO	T	SE	Cry1A.105 + Cry2Ab2	MONSANTO
AS 1581 PRO	T	HSm	Cry1A.105 + Cry2Ab2	AGROESTE SEMENTES
DKB 390 PRO	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2	DEKALB
DKB 370 PRO	T	SI	Cry1A.105 + Cry2Ab2	MONSANTO
AS 1598 PRO	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2	AGROESTE SEMENTES
DKB 175 PRO	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2	DEKALB
2B 587 PW	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2 + Cry1F	DOW AGROSCIENCES SEMENTES E BIOTECNOLOGIA
2B 810 PW	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2 + Cry1F	DOW AGROSCIENCES SEMENTES E BIOTECNOLOGIA
2B 707 PW	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2 + Cry1F	DOW AGROSCIENCES SEMENTES E BIOTECNOLOGIA
DKB 350 PRO	T	HT	Cry1A.105 + Cry2Ab2	DEKALB
AS1660 PRO	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2	AGROESTE SEMENTES
BM 840	C	SI	-	MONSANTO
AS 1555 YG	T	SI	Cry1Ab	MONSANTO
2B 604 HX	T	HSm	Cry1F	DOW AGROSCIENCES SEMENTES E BIOTECNOLOGIA
AS 3421 YG	T	HT	Cry1Ab	AGROESTE SEMENTES
BM 709	T	HS	-	BIOMATRIX
BM 820	T	HS	-	BIOMATRIX

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Cultivares	T/C*	Tipo**	Proteína (s)	Empresas***
Primeiro experimento				
2B 433 HR	T	HS	Cry1F	DOW AGROSCIENCES SEMENTES E BIOTECNOLOGIA
20 A 55 HX	T	HT	Cry1F	MORGAN SEMENTES
20 A 78 HX	T	HT	Cry1F	MORGAN SEMENTES
30 A 91 HX	T	HSm	Cry1F	MORGAN SEMENTES
2B 655 HX	T	HT	Cry1F	DOW AGROSCIENCES SEMENTES E BIOTECNOLOGIA
30 A 16 HX	T	HS	Cry1F	MORGAN SEMENTES
2B 339 HX	T	HS	Cry1F	DOW AGROSCIENCES SEMENTES E BIOTECNOLOGIA
DKB 330 YG	T	SI	Cry1Ab	MONSANTO
AS 1575	C	HS	-	AGROESTE SEMENTES
2B 710 HX	T	HS	Cry1F	DOW AGROSCIENCES SEMENTES E BIOTECNOLOGIA
2B 5122 HX	T	HS	Cry1F	DOW AGROSCIENCES SEMENTES E BIOTECNOLOGIA
DKB 789	C	SI	-	DEKALB
BMX 790	C	SI	-	SEMENTES BIOMATRIX LTDA
2A 525 HX	T	HS	Cry1F	AGROMAN
30 A 95 HX	T	HT	Cry1F	MORGAN SEMENTES
AS 1596 RR2	T	HS	-	AGROESTE SEMENTES
2B 688 HX	T	HT	Cry1F	DOW AGROSCIENCES SEMENTES E BIOTECNOLOGIA
2 M 70	C	HS	-	LEONARDO MENDONÇA TAVARES
2 M 90	C	HS	-	LEONARDO MENDONÇA TAVARES
2 M 77	C	HS	-	LEONARDO MENDONÇA TAVARES
Segundo experimento				
STATUS VIP	T	HS	Vip3Aa20	SYNGENTA SEEDS LTDA
RB 9006 PRO	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2	RIBER KWS SEMENTES S.A.
TRUCK VIP	T	HSm	Vip3Aa20	SYNGENTA SEEDS LTDA
FEROX VIP	T	HD	Vip3Aa20	SYNGENTA SEEDS LTDA
RB 9221 PRO	C	SI	Cry1A.105 + Cry2Ab2	RIBER KWS SEMENTES S.A.
30 A 37 BW	C	SI	Cry1A.105 + Cry2Ab2 + Cry1F	DOW AGROSCIENCES SEMENTES E BIOTECNOLOGIA
AG 8676 PRO	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2	SEMENTES AGROCERES
CD 397 PRO	T	HT	Cry1A.105 + Cry2Ab2	COODETEC

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Cultivares	T/C*	Tipo**	Proteína (s)	Empresas***
Segundo experimento				
AG 5055 PRO	T	HT	Cry1A.105 + Cry2Ab2	SEMENTES AGROCERES
AG 8025 PRO	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2	SEMENTES AGROCERES
AG 8041 PRO	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2	SEMENTES AGROCERES
MAXIMUS VIP 3	T	HS	Cry1Ab + Vip3Aa20	SYNGENTA SEEDS LTDA
AG 7088 PRO 2	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2	SEMENTES AGROCERES
AG 9045 PRO	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2	SEMENTES AGROCERES
RB 9005 PRO	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2	RIBER KWS SEMENTES S.A.
CD 324 PRO	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2	COODETEC
DKB 285 PRO	T	SI	Cry1A.105 + Cry2Ab2	MONSANTO
NS 50 PRO	T	HS	Cry1A.105 + Cry2Ab2	NIDERA SEMENTES LTDA.
3762 YH	T	SI	Cry1Ab + Cry1F	PIONEER
30 F 53 YH	T	HS	Cry1Ab + Cry1F	DU PONT DO BRASIL S.A
CD 3464 HX	T	HT	Cry1F	COODETEC
Segundo experimento				
CD 348 HX	T	SI	Cry1F	COODETEC
2B 655	C	HS	Cry1F	DOW AGROSCIENCES SEMENTES E BIOTECNOLOGIA
30 F 35 YH	T	HS	Cry1Ab + Cry1F	DU PONT DO BRASIL S.A
CD 3408 HX	T	HT	Cry1F	COODETEC
BIOZ 2355	C	HD	-	MHATRIZ PESQUISA AGRÍCOLA LTDA
BX 293 YG	T	SI	Cry1F	NIDERA SEMENTES LTDA
RB 9110 YG	T	SI	Cry1F	RIBER KWS SEMENTES S.A.
P4285 H	T	HS	Cry1F	DU PONT DO BRASIL S.A
BIOZ 3320	C	HT	-	MHATRIZ PESQUISA AGRÍCOLA LTDA
30 K73 YH	T	SI	Cry1Ab + Cry1F	PIONEER
CD 355	C	HS	-	COODETEC
3161 H	T	HS	Cry1F	DU PONT DO BRASIL S.A
BR 206	C	HD	-	EMBRAPA
CD 316	C	HS	-	COODETEC
BIOZ 2535	C	HF	-	MHATRIZ PESQUISA AGRÍCOLA LTDA
AG 4051	C	HT	-	SEMENTES AGROCERES
CD 3590 HX	T	HS	Cry1F	COODETEC
3M 51	C	HT	-	LEONARDO MENDONÇA TAVARES

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Cultivares	T/C*	Tipo**	Proteína (s)	Empresas***
Segundo experimento				
SHS 5060	C	HT	-	SANTAS HELENA SEMENTES S/A
P 3340 H	T	HS	Cry1F	DU PONT DO BRASIL S.A
4 M 50	C	HD		LEONARDO MENDONÇA TAVARES
DEFENDER TL	T	HS	-	SYNGENTA SEEDS LTDA
BRS 2022	C	HD	-	EMBRAPA
GORUTUBA	C	V	-	EMBRAPA
30 A 68 HX	T	HS	Cry1F	MORGAN SEMENTES
2 M 55	C	HS		LEONARDO MENDONÇA TAVARES
CD 393	C	HS	-	COODETEC
AG 7088 RR2	T	HS	-	SEMENTES AGROCERES
1 T 934	C	SI	-	SI
BRS 2020	C	HD	-	EMBRAPA
36 46 H	T	HS	Cry1F	DU PONT DO BRASIL S.A

*T/C: T - transgênico; C - convencional.

**Tipo: V - variedade; HD - Híbrido duplo; HT - Híbrido triplo; HS - Híbrido simples; HSm - Híbrido simples modificado; SI - sem informação.

***Empresa: SI - sem informação.

Em cada parcela haviam quatro linhas de cinco metros de comprimento, sendo que apenas as duas centrais foram consideradas úteis. O espaçamento entre plantas foi de 20 cm e, entre fileiras de 70 cm (Figura 3), totalizando 71.500 plantas por hectare. Foram feitas duas adubações, uma no sulco de plantio com 300 kg/ha da fórmula 10:30:10 (N-P-K) e outra de cobertura, quando as plantas emitiram a quinta folha, aproximadamente aos 20 dias após a emergência, com 100 kg/ha de N na forma de ureia.

Para a avaliação da suscetibilidade das cultivares à lagarta-do-cartucho realizaram-se observações visuais de danos, atribuindo-se notas de acordo com a escala Davis (Figura 4) (DAVIS et al., 1992). As avaliações foram realizadas quinzenalmente da emergência até o pendoamento, período de maior suscetibilidade do milho à lagarta-do-cartucho.

Foto: Adenir Vieira Teodoro



Figura 3. Vista dos experimentos de suscetibilidade de cultivares à lagarta-do-cartucho, Frei Paulo, SE, 2013.

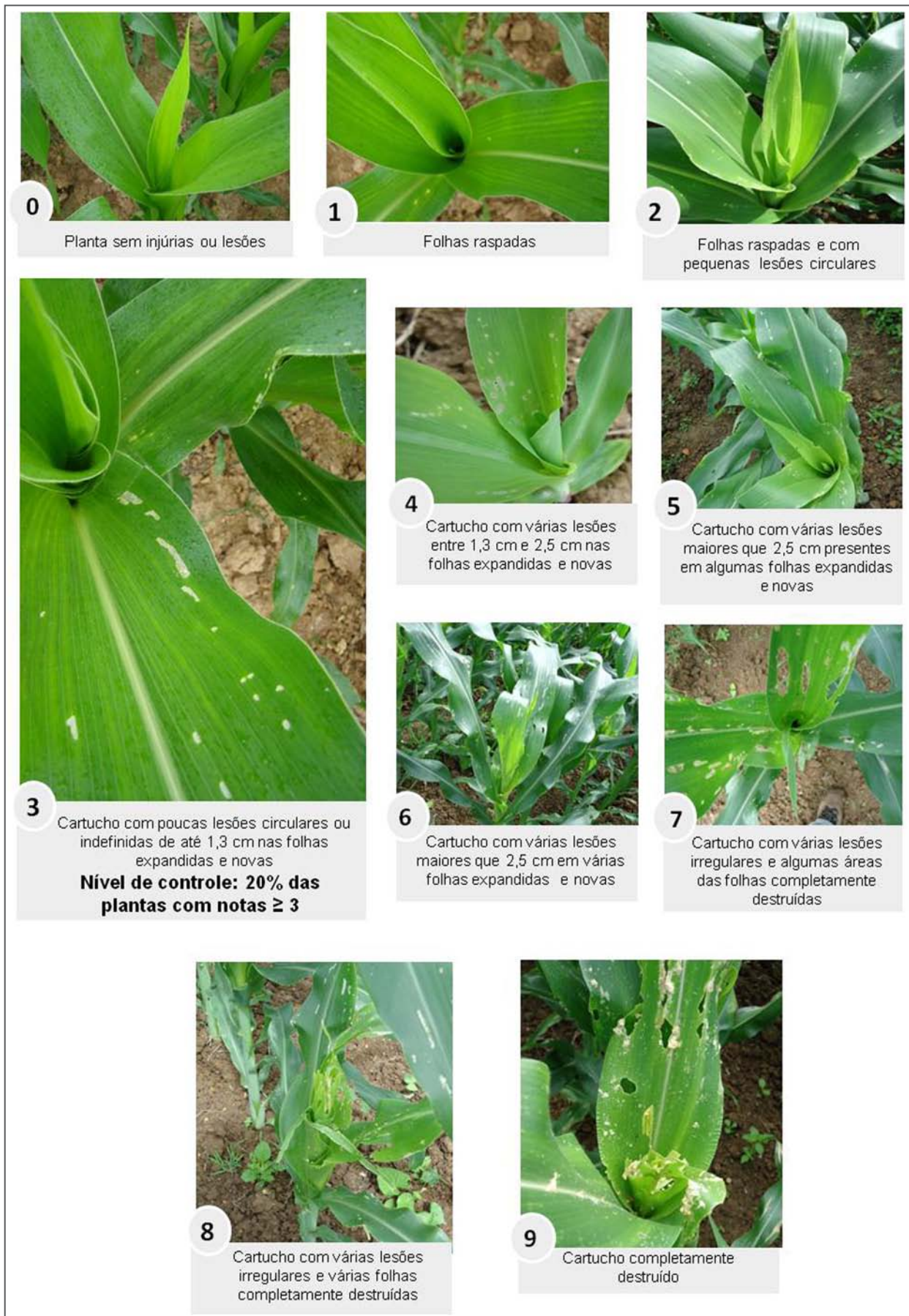


Figura 4. Escala Davis para avaliação de dano causado pela lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* ao milho. Notas de: 0 (sem dano) a 9 (cartucho completamente destruído).

Fonte: adaptado de Davis et al. (1992).

Resultados e Discussão

No primeiro experimento, cultivares que expressaram duas (Cry 1A105 e Cry2 Ab2) ou três proteínas Bt (Cry1A105, Cry2Ab2 e Cry1F) apresentaram baixo nível de dano (média das notas

abaixo de 1) enquanto cultivares com apenas uma (Cry1F) ou sem proteína Bt sofreram maiores danos (AS 1575, 2B 710 HX, 2 B 5122 HX, DKB 789, BMX 790, 2 A 525 HX, 30 A 95 HX, AS 1596 RR2, 2 B 688 HX, 2 M 70, 2 M 90, 2 M 77) (Figura 5).

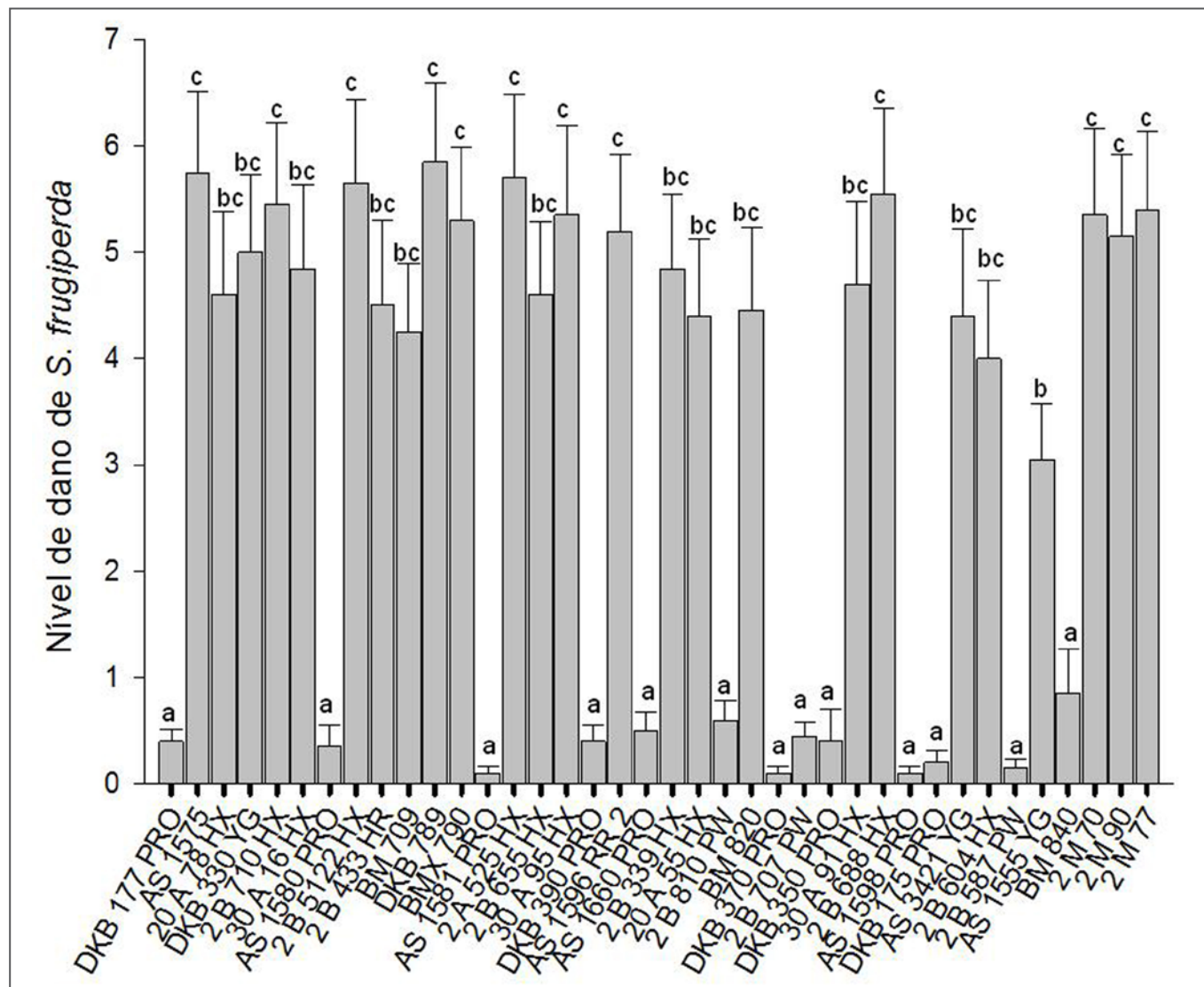


Figura 5. Nível de dano da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* a cultivares convencionais e Bt de milho com base na escala Davis (0 - sem dano a 9 - cartucho completamente destruído) ($F_{37,114} = 61,42$; $P < 0,01$; Anova para medidas repetidas). Médias de cinco avaliações quinzenais são apresentadas. Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Fisher ($P < 0,05$).

No segundo experimento, cultivares que expressaram duas proteínas (Cry1A105 e Cry 2Ab2), três proteínas (Cry1A105, Cry2Ab2 e Cry1F) e uma proteína Bt (Vip3Aa20) apresentaram baixo nível de dano (média das notas abaixo de 1) enquanto cultivares com apenas uma (Cry1F) ou sem proteína Bt obtiveram maiores níveis de dano (1 I 934, BRS 2020, 3646 H) (Figura 6).

O nível de controle recomendado com base na escada Davis é de 20% das plantas com notas

≥ 3 . Em ambos os experimentos, a maioria das notas acima de três foi observada em cultivares com apenas uma (Cry1F) ou nenhuma proteína. Em geral, em ambos os experimentos, cultivares com duas ou três proteínas Bt apresentaram menor suscetibilidade à lagarta-do-cartucho. No entanto, cultivares contendo apenas a proteína Bt VIP3Aa20 (Status Vip, Truck Vip e Ferox Vip) também apresentaram menor suscetibilidade à lagarta-do-cartucho, o mesmo foi observado por Moraes et al. (2015).

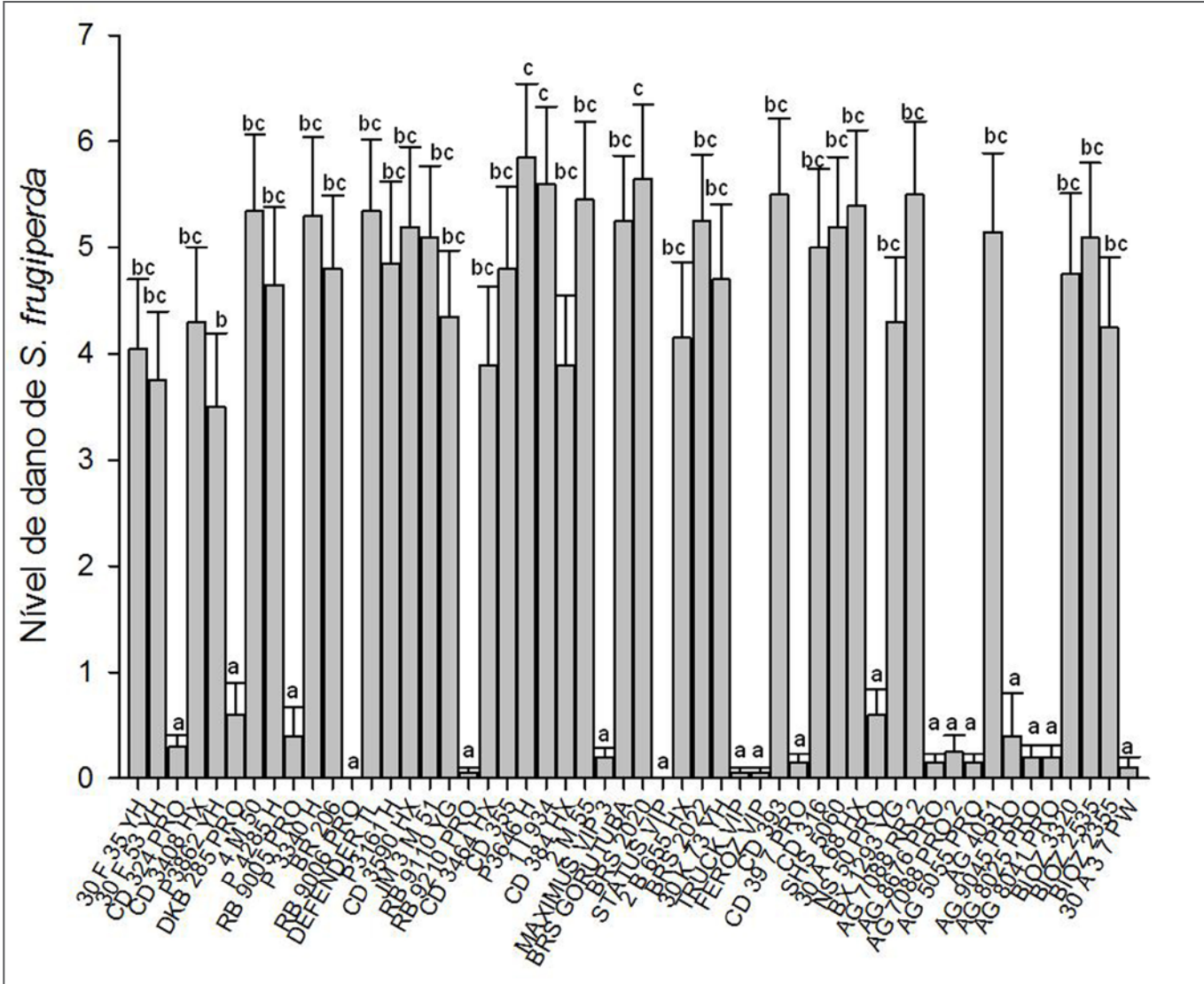


Figura 6. Nível de dano da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* a cultivares convencionais e Bt de milho com base na escala Davis (0 - sem dano a 9 - planta completamente destruída) ($F_{52,156} = 54,23$; $P < 0,01$; Anova para medidas repetidas). Médias de cinco avaliações quinzenais são apresentadas. Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Fisher ($P < 0,05$).

Portanto, com base na suscetibilidade à lagarta-do-do-cartucho, recomenda-se cultivares que expressem uma (Vip3Aa20), duas (Cry1A.105 e Cry2Ab2) ou três (Cry1A.105, Cry2Ab2 e Cry1F) proteínas Bt (Tabela 1). Híbridos que expressam mais de uma proteína com efeitos diferentes nos insetos-alvo, são menos susceptíveis, pois num eventual desenvolvimento de resistência do inseto a uma das proteínas restará a segunda para controlá-lo (PITTA et al., 2013). Além da utilização de materiais que expressem proteínas com modos de ação diferentes, outras alternativas podem ser aplicadas para evitar ou retardar a resistência, como por exemplo, o uso de refúgio e aplicação racional de inseticidas (PITTA et al., 2013).

Referências

- BOBROWSKI, V. L.; FIUZA, L. M.; PASQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M. H. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 33, p. 843-850, 2003.
- CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P.; GARCIA, J. C.; DUARTE, J. O. **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção de milho, 1). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/cultivares.htm>. Acesso em: 23 abr. 2015.
- CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P.; QUEIROZ, R. Q. **Quatrocentas e sessenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2013/2014**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>>. Acesso em: 23 abr. 2015.
- CRUZ, I.; VALICENTE, F. H.; SANTOS, J. P.; WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A. Pragas do milho. In: CRUZ, I. (Ed.). **Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 192 p.
- CRUZ, I.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Pragas: pragas da fase vegetativa e reprodutiva. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção de milho, 1). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/prvegetativa.htm>.
- DAVIS, F. M.; NG, S. S.; WILLIAMS, W. P. **Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm**. Mississippi: Agricultural and Forest Experiment Station, 1992. 9 p. (Technical Bulletin, 186).
- FIUZA, L. M.; NIELSEN-LEROUX, C.; GOZE, E.; FRUTOS, R.; CHARLES, J. Binding of *Bacillus thuringiensis* Cry1 toxins to the midgut brush border membrane vesicles of *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae): evidence of shared binding sites. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, US, v. 62, p. 1544-1549, 1996.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- HERRERO, S.; OPPERT, B.; FERRÉ, J. Different mechanisms of resistance to *Bacillus thuringiensis* toxins in the Indian meal moth. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, US, v. 67, p. 1085-1089, 2001.
- HÖFTE, H.; WHITELEY, H. R. Insecticidal Crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. **Microbiological Reviews**, Washington, US, v. 53, p. 242-255, 1989.
- LERECLUS, D. Génétique et biologie moléculaire de *Bacillus thuringiensis*. **Bulletin de l'Institut Pasteur**, Paris, FR, v. 86, p. 337-371, 1988.
- MORAES, A. R. A.; LOURENÇÃO, A. L.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Resistência de híbridos de milho convencionais e isogênicos transgênicos a *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Bragantia**, Campinas, SP, v. 74, p. 50-57, 2015.
- MENDES, S. M.; MARUCCI, R. C.; MOREIRA, S. G.; WAQUIL, J. M. **Milho Bt: avaliação preliminar da resistência de híbridos comerciais à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 157).
- MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M. **Uso do milho Bt no manejo integrado de lepidópteros-praga: recomendações de uso**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 170).
- MOREIRA, H. J. C.; ARAGÃO, F. D. **Manual de pragas do milho**, Campinas: FMC, 2009. 132 p.
- PEFERÖEN, M. Progress and prospects for field use of Bt genes in crops. **Trends in Biotechnology**, Amsterdam, NL, v.15, p.173-177, 1997.
- PITTA, R. M.; DAL' MASO, F.; MENDES, S. M. Contra resistência. **Revista Cultivar**, Pelotas, RS, p. 16-17, 2013.
- SCHNEPF, E.; CRICKMORE, N.; VAN RIE, J.; LERECLUS, D.; BAUM, J. FEITELSON, J.; ZEIGLER, D. R.; DEAN, D. H. *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal Crystal proteins. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, Washington, US, v. 62, p. 775-806, 1998.

SIEGEL, J. P. The mammalian safety of *Bacillus thuringiensis* based insecticides. **Journal of Invertebrate Pathology**, New York, US, v. 77, p. 13-21, 2001.

TEODORO, A. V.; PROCÓPIO, S. O.; BUENO, A. F.; NEGRISOLI JUNIOR, A. S.; CARVALHO, H. W. L.; BARBOSA NEGRISOLI, C. R. C.; BRITO, L. F.; GUZZO, E. C. *Spodoptera cosmioides* (Walker) e *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae): novas pragas de cultivos da região Nordeste. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013. 8 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 131).

WAQUIL, J. M.; VILELLA, F. M. F.; FOSTER, J. E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (Bt) à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 1, p. 1-11, 2002.

**Comunicado
Técnico, 165**

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Endereço: Avenida Beira Mar, 3250,
CEP 49025-040, Aracaju - SE

Fone: (79) 4009-1344

Fax: (79) 4009-1399

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



1ª edição

On-line (2015)

1ª impressão (2016) - 600 exemplares

**Comitê de
publicações**

Presidente: Marcelo Ferreira Fernandes

Secretária-executiva: Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues

Membros: Ana Veruska Cruz da Silva Muniz, Carlos
Alberto da Silva, Élio César Guzzo, Hymerson Costa
Azevedo, João Gomes da Costa, Josué Francisco da
Silva Junior, Julio Roberto Araujo de Amorim, Viviane
Talamini e Walane Maria Pereira de Mello Ivo

Expediente

Supervisora editorial: Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues

Tratamento das ilustrações: Joyce Feitoza Bastos

Editoração eletrônica: Joyce Feitoza Bastos